

**Production of a device for manufacturing semiconductors comprises forming a protective layer on a substrate, joining to a further substrate and alternately forming a film with high molecular weight and etching**

Patent Number: DE19929776  
Publication date: 2000-11-09  
Inventor(s): KONNO NOBUAKI (JP); HIRATA YOSHIAKI (JP); TSUGAI MASAHIRO (JP)  
Applicant(s): MITSUBISHI ELECTRIC CORP (JP)  
Requested Patent: ☐ DE19929776  
Application Number: DE19991029776 19990629  
Priority Number(s): JP19990122317 19990428  
IPC Classification: H01L21/3065; B81B3/00; B81C1/00  
EC Classification: H01L21/3065, B81B3/00M2, B81C1/00F2D4  
Equivalents: ☐ JP2000315678, JP3032203B2

**Abstract**

Production of a device for manufacturing semiconductors involves forming protective layer, and placing connecting part on the substrate holder. The substrate holder has a cooling function and a negative potential with respect to a plasma potential to alternately form a film with high molecular weight and etch with an activated ion, which is produced in the plasma, on the connecting part; and removing the protective layer. Production of a device for manufacturing semiconductors comprises: forming a protective layer with high heat conductivity on the surface of a graduated difference part of a first substrate, which has a graduated difference on its back side; preparing a connecting part by joining a second substrate with low heat conductivity on the rear surface of the first substrate; placing the connecting part on a substrate holder having a cooling function and a negative potential with respect to a plasma potential to alternately form a film with high molecular weight and etch with an activated ion, which is produced in the plasma, on the connecting part; and removing the protective layer.

Data supplied from the esp@cenet database - I2



①9 **BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND**



**DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT**

⑫ **Offenlegungsschrift**  
⑩ **DE 199 29 776 A 1**

⑤1 Int. Cl.<sup>7</sup>:  
**H 01 L 21/3065**  
B 81 B 3/00  
B 81 C 1/00

②1 Aktenzeichen: 199 29 776.2  
②2 Anmeldetag: 29. 6. 1999  
④3 Offenlegungstag: 9. 11. 2000

**DE 199 29 776 A 1**

③0 Unionspriorität:  
11-122317 28. 04. 1999 JP  
  
⑦1 Anmelder:  
Mitsubishi Denki K.K., Tokio/Tokyo, JP  
  
⑦4 Vertreter:  
HOFFMANN · EITLE, 81925 München

⑦2 Erfinder:  
Hirata, Yoshiaki, Tokio/Tokyo, JP; Konno, Nobuaki,  
Tokio/Tokyo, JP; Tsugai, Masahiro, Tokio/Tokyo, JP  
  
⑤6 Entgegenhaltungen:  
DE 197 06 682 A1  
DE 196 32 060 A1  
US 58 83 005  
US 48 82 933

**Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen**

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑤4 Verfahren zur Herstellung eines Geräts

⑤7 Ein Verfahren zur Herstellung eines Geräts umfaßt folgende Schritte: Ausbildung einer Schutzschicht mit hoher Wärmeleitfähigkeit auf der Oberfläche eines Stufenunterschiedsteils eines ersten Substrats, welches an seiner Rückseite einen Stufenunterschied aufweist; Bereitstellung eines Verbindungsteils durch Verbindung eines zweiten Substrats mit niedriger Wärmeleitfähigkeit auf der rückwärtigen Oberfläche des ersten Substrats; Anordnung des Verbindungsteils auf einem Substrathalter, der eine Kühlfunktion aufweist, und in Bezug auf ein Plasmapotential ein negatives Potential aufweist, um abwechselnd die Ausbildung eines Films mit hohem Molekulargewicht und die Ätzung mit einer aktivierten Ionensorte durchzuführen, die in dem Plasma erzeugt wird, auf dem Verbindungsteil; und Entfernung der Schutzschicht.

**E 199 29 776 A 1**

## Beschreibung

Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung eines Gerätes, das zur Herstellung von Halbleitergeräten einsetzbar ist, und ein sogenanntes Tieftrockenätzen einsetzt, mit dem Schritt der abwechselnden Ausbildung eines Films mit hohem Molekulargewicht und Ätzen mit einer aktivierten Ionensorte, die in einem Plasma erzeugt wird.

Als anisotropes Ätzverfahren, durch welches beispielsweise ein Siliziumsubstrat in Vertikalrichtung geätzt werden kann, ist das sogenannte Tieftrockenätzen bekannt, bei welchem die Ausbildung eines Films mit hohem Molekulargewicht und die Ätzung mit einer aktivierten Ionensorte, die in einem Plasma erzeugt wird, abwechselnd durchgeführt werden. Dieses Tieftrockenätzverfahren findet nunmehr Interesse als Herstellungsverfahren für verschiedene Arten von Halbleitergeräten, infolge der Bereitstellung einer großen Ätztiefe (beispielsweise einige 100 µm), einer hohen Ätzgeschwindigkeit (beispielsweise höher als 2 µm pro Minute), einer hohen Anisotropie (beispielsweise innerhalb von  $90 \pm 1^\circ$ ), einem hohen Streckungsverhältnis (beispielsweise 20 : 1), und einer hohen Maskierungselektivität (beispielsweise mehr als 150 : 1 in Bezug auf den Siliziumoxidfilm).

Fig. 10 zeigt schematisch ein Ätzgerät für Tieftrockenätzung, welches in dem US-Patent Nr. 5 501 893 beschrieben wird, und das Tiefätzverfahren verwendet. In Fig. 10 ist mit dem Bezugszeichen 1 die Vakuumkammer bezeichnet, mit 2 die Plasmaerzeugungsspule, mit 3 die Hochfrequenzleistungsquelle für die Plasmaerzeugung, mit 4 die Hochfrequenzleistungsquelle für Substratvorspannung, die dazu verwendet wird, den Substrathalter kontrolliert auf elektrisch negativem Potential in Bezug auf das Plasmapotential zu halten, mit 6 das Heliumgas für Kühlung, mit 7 das Plasma, das im Inneren der Vakuumkammer 1 erzeugt wird, mit 8 der Substrathalter, und mit 9 das Siliziumsubstrat, mit welchem die Ätzung durchgeführt werden soll. Der Substrathalter 8 ist im Inneren hohl ausgebildet, wobei sich ein Gaseinlaßloch 8a am Boden befindet, um das Heliumgas 6 für die Kühlung zuzuführen, und mehrere Gasauslaßlöcher auf der Substratmontageoberfläche angeordnet sind, und zum Ausstoßen des zugeführten Heliumgases 6 dienen. Auf dem Substrathalter 8 sind das Substrat mit hoher Wärmeleitfähigkeit und das Siliziumsubstrat 9 über einen O-Ring (nicht in der Figur dargestellt) angebracht. Bei dem angebrachten Siliziumsubstrat 9 wird dessen Temperaturanstieg begrenzt und auf konstanten Pegel geregelt während der Ätzung, infolge der Kühlwirkung des Heliumgases 6, das von dem Substrathalter 8 ausgestoßen wird.

Nachstehend wird der Betriebsablauf bei dem Ätzgerät erläutert. Im wesentlichen erzeugt das Ätzgerät ein Plasma mit hoher Dichte (ein induktiv gekoppeltes Plasma oder ICP) 7 mit Hilfe der Plasmaerzeugungsspule 2, und beschleunigt die aktivierte Ionensorte des Prozeßgases, die in dem Plasma 7 mit hoher Dichte erzeugt wird, gegen den Substrathalter 8, der kontrolliert auf elektrisch negativem Potential gehalten wird, zur vertikalen Aufstrahlung auf das Siliziumsubstrat 9, um eine Hochgeschwindigkeitsätzung des betreffenden Siliziumsubstrats 9 durchzuführen.

Um unter Verwendung dieses Ätzgerätes eine Ätzung durchzuführen wird das Siliziumsubstrat 9, bei welchem eine Ätzmaske mit einem Muster von Durchgangslöchern und einem Umkehrmuster vorgesehen ist, auf dem Substrathalter 8 über das Substrat mit hoher Wärmeleitfähigkeit und/oder dem O-Ring angebracht, bevor es einer Vakuumentladung im Inneren der Vakuumkammer 1 ausgesetzt wird.

Daraufhin wird das Heliumgas 6 (für die Kühlung) durch

wird das Prozeßgas ebenfalls der Vakuumkammer 1 mit festgelegter Flußrate und festgelegtem Druck zugeführt, und wird die Hochfrequenzleistungsquelle 3 für die Plasmaerzeugung eingeschaltet, um die Plasmaerzeugungsspule 2 mit Energie zu versorgen.

Eine Fluorkohlenstoffverbindung für die Ausbildung eines Films mit hohem Molekulargewicht und S-F-Ätzgas für die Ätzung werden im allgemeinen als das Prozeßgas eingesetzt, jedoch wird hier in dem ersten Vorgang die Fluorkohlenstoffverbindung für die Ausbildung eines Films mit hohem Molekulargewicht eingesetzt. Wenn die Hochfrequenzenergie an die Plasmaerzeugungsspule 2 angelegt wird, wird das Plasma 7 erzeugt, was dazu führt, daß sich die der Vakuumkammer 1 zugeführte Fluorkohlenstoffverbindung zersetzt, und an der Oberfläche des Siliziumsubstrats 9 anhaftet, so daß der hochmolekulare Film auf der Oberfläche ausgebildet wird (Ausbildung des hochmolekularen Films).

Nach der Ausbildung des hochmolekularen Films wird Ätzgas der Vakuumkammer 1 als Prozeßgas zugeführt. Sobald das Ätzgas in die Vakuumkammer 1 fließt, in welcher ein Plasma 7 erzeugt wird, zersetzt sich das Gas, so daß aktivierte Ionensorten erzeugt werden. Diese aktivierten Ionensorten werden infolge des elektrisch negativen Potentials des Substrats 8 beschleunigt, und werden annähernd in Vertikalrichtung auf das Siliziumsubstrat 9 aufgestrahlt, um die Oberflächenätzung durchzuführen (Ätzvorgang).

Der Ausbildungsvorgang für den für molekularen Film und der Ätzvorgang werden für die Tieftrockenätzung abwechselnd durchgeführt.

Fig. 11 zeigt die Bedingungen des Siliziumsubstrats während der Vorgänge der Ausbildung des hochmolekularen Films und des Ätzens, wobei Fig. 11(a) eine Schnittansicht des Siliziumsubstrats unmittelbar nach der Ausbildung eines hochmolekularen Films ist, und Fig. 11(b) eine Schnittansicht des Siliziumsubstrats während der Ätzung ist. In Fig. 11 ist mit 9 das Siliziumsubstrat bezeichnet, mit 9a der konkave Abschnitt, der infolge der Ätzung entsteht, mit 9b die Seitenwand des konkaven Abschnitts 9a, mit 10 die Ätzmaske, und mit 11 der hochmolekulare Film.

Bei dem voranstehend geschilderten Ätzvorgang wird die Ätzung vorzugsweise in Vertikalrichtung durchgeführt, da die Einfallrichtung der aktivierten Ionensorte annähernd vertikal ist. Allerdings enthält die Einfallrichtung der aktivierten Ionensorte auch eine Parallelkomponente, so daß dann, wenn der Vorgang zur Ausbildung des hochmolekularen Films nicht durchgeführt wird, die aktivierte Ionensorte direkt auf die Seitenwand 9b des infolge der Ätzung ausgebildeten konkaven Abschnitts 9a aufgestrahlt wird, so daß die seitliche Ätzung weitergeht.

Wenn jedoch der hochmolekulare Film vor dem Ätzvorgang ausgebildet wird, wie dies in Fig. 11(a) gezeigt ist, so wird der hochmolekulare Film an der Basis des konkaven Abschnitts 9 während des Ätzvorgangs abgeschält, infolge der Spritzwirkung der vertikal ankommenden aktivierten Ionensorte, wie dies in Fig. 11(b) gezeigt ist, so daß das darunter befindliche Siliziumsubstrat 9 geätzt wird, und so der konkave Abschnitt 9a tiefer wird. Hierbei wird die aktivierte Ionensorte auch auf die Seitenwand 9b des konkaven Abschnitts 9a aufgestrahlt, jedoch ist die Einfallrate extrem klein im Vergleich mit der Ionensorte mit vertikalem Einfall. Daher bleibt ein großer Anteil des hochmolekularen Films 11 auf der Wandseite übrig, selbst wenn die vertikale Ätzung das Siliziumsubstrat 9 erreicht. Anders ausgedrückt ist es möglich, den konkaven Abschnitt 9a tiefer auszubilden, während das Siliziumsubstrat auf der Seitenwand 9b durch den hochmolekularen Film 11 geschützt wird.

Als nächstes werden bei diesem Verfahren die Ausbil-

selnd durchgeführt, um den hochmolekularen Film 11 so auszubilden, daß er das Siliziumsubstrat 9 abdeckt, welches dadurch freigelegt wird, daß der konkave Abschnitt 9a tiefer wird, wodurch die Ausbildung eines tiefen Durchgangsloches mit hohem Streckungsverhältnis ermöglicht wird.

Bei dem voranstehend geschilderten Herstellungsverfahren mit dem herkömmlichen Gerät, wenn Durchgangslöcher in einem Siliziumsubstrat ausgebildet werden, welches einen Stufenunterschied auf der rückwärtigen Oberfläche aufweist, und mit einem Substrat mit niedriger Wärmeleitfähigkeit gekuppelt ist, oder in einem Siliziumsubstrat, welches einen Stufenunterschied auf der rückwärtigen Oberfläche aufweist und mit einem isolierenden Substrat gekuppelt ist, wurde allerdings gewöhnlich die Seitenätzung größer, und konnte man keine hohe Anisotropie erwarten. Die Gründe hierfür werden nachstehend unter Bezugnahme auf die Fig. 12 und 13 erläutert.

Fig. 12 zeigt schematisch den Vorgang der Ausbildung eines Durchgangsloches in einem gekuppelten Substrat, welches aus einem Siliziumsubstrat, das einen Stufenunterschied auf seiner rückwärtigen Oberfläche aufweist, und einem Substrat mit niedriger Wärmeleitfähigkeit besteht, wobei (a) eine Schnittansicht des gekuppelten Substrats vor der Ausbildung des Durchgangsloches ist, wogegen (b) das gekuppelte Substrat nach der Ausbildung des Durchgangsloches zeigt. Fig. 13 zeigt andererseits schematisch die vergrößerte Substratgrenze des gekuppelten Substrats, welches aus einem Siliziumsubstrat mit einem Stufenunterschied auf der rückwärtigen Oberfläche und einem Isoliersubstrat besteht, und zwar nach der Tieftrockenätzung. In den Fig. 12 und 13 ist mit 9c die Seitenätzung auf der Seitenwand 9 bezeichnet, mit 9e die Ätzung auf der gekuppelten Grenze 34, mit 16 das Durchgangsloch, welches in dem Siliziumsubstrat 9 ausgebildet wurde, mit 31 das Substrat mit niedrigem Wärmeleitvermögen, welches mit dem Siliziumsubstrat 9 zusammengekuppelt ist, mit 16 das Stufenunterschiedsteil, welches in dem Siliziumsubstrat 9 vorgesehen ist, mit 32 das gekuppelte Substrat, das aus dem Siliziumsubstrat 9 und dem damit zusammengekuppelten Substrat 31 mit niedrigem Wärmeleitvermögen besteht, mit 33 das Isoliersubstrat, das mit dem Siliziumsubstrat 9 zusammengekuppelt ist, und mit 34 die gekuppelte Grenze des Siliziumsubstrats 9 und des Isoliersubstrats 33.

Zuerst wird, um eine Tieftrockenätzung unter Verwendung des voranstehend geschilderten Ätzgerätes durchzuführen, bei dem gekuppelten Substrat 32, das aus dem Siliziumsubstrat 9 mit dem Stufenunterschiedsteil 16 auf der rückwärtigen Oberfläche und dem damit an der Rückseite zusammengekuppelten Substrat 31 mit niedriger Wärmeleitfähigkeit besteht, wie in Fig. 12(a) gezeigt, das gekuppelte Substrat 32 auf dem Substrathalter 8 so angebracht, daß das Substrat 31 (mit geringer Wärmeleitfähigkeit) auf der Seite des Substrathalters 8 liegt, bevor Heliumgas 6 für die Kühlung den Substrathalter 8 zugeführt wird, um die Vorgänge der Ausbildung eines hochmolekularen Films und der Ätzung abwechselnd und wiederholt durchzuführen. Allerdings stört im Falle des gekuppelten Substrats 32 der Spalt, der zwischen dem Stufenunterschiedsteil 16 auf dem Siliziumsubstrat 9 und dem Substrat 31 vorhanden ist, die Wärmeleitung des Substrats 31 und des Siliziumsubstrats 9, obwohl das Substrat 31 durch das Heliumgas gekühlt wird, wodurch verhindert wird, daß das Siliziumsubstrat 9 ausreichend gekühlt wird. Dies führt dazu, daß die Oberflächentemperatur des Siliziumsubstrats 9 lokal ansteigt, wenn die Ätzung weitergeht, und die Temperaturerhöhung führt dazu, daß die Ausbildungsrate des hochmolekularen Films an diesem speziellen Abschnitt abnimmt. Daher kann die Seiten-

während der Ätzung geschützt werden, was dazu führt, daß die Seitenätzung 9c auf der Seitenwand 9b weitergeht, wie dies in Fig. 12(c) gezeigt ist.

Andererseits wird dasselbe Verfahren dazu eingesetzt, eine Tieftrockenätzung auf dem gekuppelten Substrat durchzuführen, wobei das Isoliersubstrat 33 als das zweite Substrat verwendet wird. Allerdings tritt in diesem Fall eine elektrostatische Konzentration (Fokussierung) zum Zeitpunkt der Ätzung auf, infolge der Ablagerung elektrischer Ladungen auf der Grenze des Isoliersubstrats 3 und des Siliziumsubstrats 9. Dies führt dazu, daß die Bahn der ankommenden aktivierten Ionensorte abgelenkt wird, so daß die Ätzung 9e in der gekuppelten Grenze 34 weitergeht, wie dies in Fig. 13 gezeigt ist. Daher war es schwierig, ein Gerät mit einem derartigen gekuppelten Aufbau unter Verwendung des herkömmlichen Verfahrens herzustellen.

Die vorliegende Erfindung soll die voranstehenden Schwierigkeiten überwinden. Mit der Erfindung soll eine Ätzung mit hoher Anisotropie auf dem gekuppelten Substrat durchgeführt werden, welches das Siliziumsubstrat mit einem konkaven Abschnitt an der rückwärtigen Oberfläche aufweist, das an der Rückseite mit dem Substrat mit niedriger Wärmeleitfähigkeit gekuppelt ist, sowie bei jenem gekuppelten Substrat, das das Siliziumsubstrat mit einem konkaven Abschnitt an der rückwärtigen Oberfläche aufweist, welches an der Rückseite mit dem Isoliersubstrat gekuppelt ist, so daß ein Herstellungsverfahren für ein Gerät erzielt wird, mit welchem tiefe Durchgangslöcher mit hohem Streckungsverhältnis ausgebildet werden können.

Das Herstellungsverfahren für ein Gerät gemäß der vorliegenden Erfindung umfaßt den Vorgang der Ausbildung einer Schutzschicht mit hoher Wärmeleitfähigkeit auf der vorderen Oberfläche des Stufenunterschiedsteils, das an der Rückseite des ersten Substrats vorgesehen ist, den Vorgang eines Verbindungsteils (eines gekuppelten Körpers), durch Kuppeln eines zweiten Substrats mit niedriger Wärmeleitfähigkeit an die rückwärtige Oberfläche des voranstehend erwähnten ersten Substrats, den Vorgang der abwechselnden Durchführung der Ausbildung eines hochmolekularen Films auf dem voranstehend erwähnten Verbindungsteil und der Ätzung unter Verwendung der aktivierten Ionensorte, die in dem Plasma erzeugt wird, durch Anbringung des voranstehend geschilderten Verbindungsteils auf dem Substrathalter, der mit Kühlfunktion versehen ist, und ein elektrisch negatives Potential in Bezug auf das Plasmapotential aufweist, sowie den Vorgang der Entfernung der voranstehend erwähnten Schutzschicht.

Das Herstellungsverfahren für das Gerät gemäß der vorliegenden Erfindung umfaßt den Vorgang der Ausbildung einer elektrisch leitfähigen Schutzschicht auf der vorderen Oberfläche des voranstehend erwähnten Stufenunterschiedsteils, das an der Rückseite des ersten Substrats vorgesehen ist, den Vorgang der Erzeugung eines Verbindungsteils durch Kuppeln des isolierenden zweiten Substrats an die rückwärtige Oberfläche des ersten Substrats, den Vorgang der abwechselnden Durchführung der Ausbildung eines hochmolekularen Films auf dem Verbindungsteil und einer Ätzung unter Verwendung der aktivierten Ionensorte, die in dem Plasma erzeugt wird, durch Anbringung des Verbindungsteils auf dem Substrathalter, der mit einer Kühlfunktion versehen ist, und ein elektrisch negatives Potential in Bezug auf das Plasmapotential aufweist, sowie den Vorgang des Entfernens der elektrisch leitfähigen Schutzschicht.

Das Herstellungsverfahren für das Gerät gemäß der vorliegenden Erfindung verwendet eine elektrisch leitfähige Schutzschicht mit hoher Wärmeleitfähigkeit als Schutz-

Im Zusammenhang der vorliegenden Erfindung sind die Begriffe "Schutzschicht mit hoher Wärmeleitfähigkeit" sowie "elektrisch leitfähige Schutzschicht mit hoher Wärmeleitfähigkeit" so zu verstehen, daß es um eine Schutzschicht bzw. elektrisch leitfähige Schutzschicht mit einer Wärmeleitfähigkeit geht, die so hoch ist, wie jene des ersten Substrats oder höher. Wenn das erste Substrat ein Siliziumsubstrat ist, sollte die Schutzschicht eine Wärmeleitfähigkeit von 42 W/mK oder mehr aufweisen (unterhalb von 20°C gleich der Wärmeleitfähigkeit von Silizium). Weiterhin sollte das "zweite Substrat mit niedriger Wärmeleitfähigkeit" eine Wärmeleitfähigkeit unterhalb von 4,2 W/mK aufweisen, einem Zehntel der Wärmeleitfähigkeit von Silizium.

Die Erfindung wird nachstehend anhand zeichnerisch dargestellter Ausführungsbeispiele näher erläutert, aus welchen weitere Vorteile und Merkmale hervorgehen. Es zeigt:

**Fig. 1** eine schematische Darstellung des Geräts, welches bei den Ausführungsformen 1 bis 3 der vorliegenden Erfindung hergestellt wird;

**Fig. 2** eine Schnittansicht zur Erläuterung des Vorgangs der Ausbildung der Ätzmasken Nr. 1 und Nr. 2 in dem Herstellungsverfahren gemäß Ausführungsform 1 der vorliegenden Erfindung;

**Fig. 3** eine Schnittansicht zur Erläuterung des Musterbildungsvorgangs der Ätzmaske Nr. 2 in dem Herstellungsverfahren gemäß Ausführungsform der vorliegenden Erfindung;

**Fig. 4** eine Schnittansicht zur Erläuterung des Ausbildungsvorgangs für das Stufenunterschiedsteil in dem Herstellungsverfahren gemäß Ausführungsform 1 der vorliegenden Erfindung;

**Fig. 5** eine Schnittansicht zur Erläuterung des Herstellungsvorgangs für die Schutzschicht in dem Herstellungsverfahren gemäß Ausführungsform 1 der vorliegenden Erfindung;

**Fig. 6** eine Schnittansicht zur Erläuterung des Kupplungsvorgangs des Silizium- und Glassubstrats bei dem Herstellungsverfahren gemäß Ausführungsform 1 der Erfindung;

**Fig. 7** eine Schnittansicht zur Erläuterung des Musterbildungsvorgangs der Ätzmaske Nr. 1 in dem Herstellungsverfahren gemäß Ausführungsform 1 der Erfindung;

**Fig. 8** eine Darstellung des Tieftrockenätzvorgangs in dem Herstellungsverfahren gemäß Ausführungsform 1 der vorliegenden Erfindung, wobei (a) eine Schnittansicht ist, und (b) eine Perspektivansicht;

**Fig. 9** eine Schnittansicht zur Erläuterung des Vorgangs des Entfernens der Schutzschicht in dem Herstellungsverfahren gemäß Ausführungsform 1 der vorliegenden Erfindung;

**Fig. 10** eine schematische Darstellung des Ätzgerätes, welches bei der Tieftrockenätzung verwendet wird;

**Fig. 11** eine Darstellung zur Erläuterung des Prinzips der Tieftrockenätzung, wobei (a) eine Schnittansicht ist, welche den Zustand des auf dem Siliziumsubstrat ausgebildeten hochmolekularen Films darstellt, und (b) eine Schnittansicht zur Erläuterung des Ätzvorgangs ist;

**Fig. 12** eine Darstellung zur Erläuterung des Vorgangs der Seitenätzung in dem herkömmlichen Herstellungsverfahren, wobei (a) eine Schnittansicht des gekoppelten Substrats vor der Ätzung ist, (b) eine Schnittansicht des gekoppelten Substrats nach der Ätzung, und (c) eine Schnittansicht des gekoppelten Substrats nach der Ätzung einschließlich Seitenätzung ist und

**Fig. 13** eine Schnittansicht zur Erläuterung der Ätzung auf der Grenze des gekoppelten Substrats bei dem herkömmlichen Herstellungsverfahren.

bereits erläutert: mit 7 ist das Plasma bezeichnet, mit 8 der Substrathalter, mit 9 das Siliziumsubstrat (erstes Substrat), mit 11 der hochmolekulare Film, mit 12 das Glassubstrat (zweites Substrat), mit 16 das Stufenunterschiedsteil, mit 17 die elektrisch leitfähige Schutzschicht, und mit 21 das gekoppelte Substrat (Verbindungsteil).

Nunmehr wird eine Ausführungsform der Erfindung nachstehend beschrieben.

#### (Ausführungsform 1)

**Fig. 1** zeigt ein Gerät mit Auslegerbalkenanordnung, welches unter Verwendung der Ausführungsform 1 der vorliegenden Erfindung hergestellt wird, wobei mit dem Bezugszeichen 9 das Siliziumsubstrat (erstes Substrat) bezeichnet ist, mit 10 die Ätzmaske (Ätzmaske Nr. 1) zur Ausbildung eines Durchgangsloches auf dem Siliziumsubstrat 9, und mit 12 das Glassubstrat (zweites Substrat). Hierbei beträgt die Wärmeleitfähigkeit 0,76 W/mK für plattenförmiges Glas, und 1,35 W/mK für Quarzglas, weniger als ein Zehntel der Wärmeleitfähigkeit von Silizium, die 42 W/mK beträgt.

Der Herstellungsvorgang für dieses Gerät wird nachstehend unter Bezugnahme auf die **Fig. 2** bis 9 erläutert, wobei die **Fig. 2** bis 7, 8(a) und 9 Schnittansichten sind, und **Fig. 8(b)** eine Perspektivansicht ist. Weiterhin ist in den **Fig. 2** bis 9 mit 15 die Ätzmaske (Ätzmaske Nr. 2) zur Ausbildung des Stufenunterschiedsteils an der Rückseite des Siliziumsubstrats 9 bezeichnet, mit 16 das Stufenunterschiedsteil, welches an der Rückseite des Siliziumsubstrats 9 ausgebildet wird, mit 17 die elektrisch leitfähige Schutzschicht mit hoher Wärmeleitfähigkeit, und mit 21 das gekoppelte Substrat (Verbindungsteil), welches durch Kupplung des Siliziumsubstrats 9 mit dem Glassubstrat 12 hergestellt wird.

Um das voranstehend geschilderte Gerät herzustellen werden zuerst die Ätzmaske 10 (Nr. 1) und die Ätzmaske 15 (Nr. 2) auf den beide Seiten des Siliziumsubstrats 9 hergestellt, wie in **Fig. 2** gezeigt. Diese Ätzmasken 10 und 15 können ein Photolack oder ein Siliziumoxidfilm sein.

Dann wird bei den beiden Ätzmasken 10 und 15 jener Abschnitt entsprechend dem Bereich, in welchem das Stufenunterschiedsteil in der Ätzmaske 15 auf der rückwärtigen Oberfläche ausgebildet werden soll, entfernt, wie in **Fig. 3** gezeigt, bevor das Stufenunterschiedsteil 16 mittels Durchführung einer Ätzung der rückwärtigen Oberfläche des Siliziumsubstrats 9 durch die Ätzmaske 15, die mit einem Muster versehen ist, wie dies in **Fig. 4** gezeigt ist, ausgebildet wird. Diese Ätzung kann entweder eine Tieftrockenätzung sein, bei welcher die Ausbildung eines hochmolekularen Films und die Ätzung infolge einer aktivierten Ionensorte, die im induktiven Plasma erzeugt wird, abwechselnd durchgeführt werden, oder eine Naßätzung.

Daraufhin wird die elektrisch leitfähige Schutzschicht 17 auf dem Stufenunterschiedsteil 16 an der Rückseite des Siliziumsubstrats 9 ausgebildet, wie in **Fig. 5** gezeigt ist.

Diese elektrisch leitfähige Schutzschicht 17 wird aus derartigen Materialien hergestellt, die leitfähig sind, die eine Wärmeleitfähigkeit von mehr als 42 W/mK aufweisen, und die selektiv gegenüber dem Silizium- oder Glassubstrat geätzt werden können, beispielsweise Aluminium (Wärmeleitfähigkeit: 204 W/mK), Gold (Wärmeleitfähigkeit: 295 W/mK), Nickel (Wärmeleitfähigkeit: 90 W/mK), usw., als Metalle, oder ein leitfähiges Polymer, Polysilizium, usw. Diese Materialien werden als Schutzschicht entsprechend dem festgelegten Muster durch ein selektives Verdampfungsverfahren ausgebildet, durch ein Abhebeverfahren, ein Lappverfahren, und dergleichen. Daraufhin wird das Glas-

substrats 9 gekuppelt, mit der darauf vorgesehenen elektrisch leitfähigen Schutzschicht 17, unter Verwendung einer anodischen Kupplung, so daß man das gekuppelte Substrat 21 erhält, wie es in Fig. 6 gezeigt ist.

Daraufhin wird der Abschnitt entsprechend dem Bereich, in welchem das Durchgangsloch ausgebildet werden soll, von der Ätzmaske 10 entfernt, die auf der vorderen Oberfläche des Siliziumsubstrats 9 vorgesehen ist, um eine Musterbildung durchzuführen, wie dies in Fig. 7 gezeigt ist. Dann wird das Durchgangsloch 9d mittels Durchführung einer

Tieftrockenätzung von der vorderen Oberfläche des Siliziumsubstrats 9 aus durchgeführt, durch die Ätzmaske 10 (Nr. 1) hindurch, wie dies in den Fig. 8(a) und 8(b) gezeigt ist. Die Tieftrockenätzung wird hierbei unter Verwendung des in Fig. 10 dargestellten Ätzgerätes durchgeführt. Um die Tieftrockenätzung des Siliziumsubstrats 9 unter Verwendung dieses Gerätes durchzuführen, wird das betreffende gekuppelte Substrat 21 auf dem Substrathalter 8 so angebracht, daß das Glassubstrat 12 an der Seite des Substrathalters 8 liegt, bevor abwechselnd der Vorgang der Ausbildung des hochmolekularen Films und der Vorgang der Ätzung wiederholt durchgeführt werden, unter Verwendung der aktivierten Ionensorte, die in dem induktiven Plasma erzeugt wird, während zum Zwecke der Kühlung Heliumgas 6 dem Substrathalter 8 zugeführt wird. Das verwendete Gas ist hierbei beispielsweise Fluorkohlenstoffgas für die Ausbildung des hochmolekularen Films, und beispielsweise S-F-Gas für die Ätzung.

Wenn die elektrisch leitfähige Schutzschicht 17 mit hoher Wärmeleitfähigkeit nicht auf dem Stufenunterschiedsteil 16 ausgebildet wird, so stört der Spalt zwischen dem Stufenunterschiedsteil 16 des Siliziumsubstrats 9 und dem Glassubstrat 12 die Wärmeleitung des Siliziumsubstrats 9 und des Glassubstrates 12, wodurch der Kühlwirkungsgrad des Siliziumsubstrats 9 beeinträchtigt wird. Dies führt zu einem lokalen Anstieg der Oberflächentemperatur des Siliziumsubstrats 9, was wiederum zu einer unzureichenden Ausbildung des hochmolekularen Films dort führt, wo der Temperaturanstieg auftritt. Daher schützt der hochmolekulare Film nicht ausreichend die Seitenwand zum Zeitpunkt der Ätzung, so daß die Seitenätzung weitergeht.

Beim vorliegenden Beispiel, in welchem verschiedene Durchgangslöcher mit unterschiedlichen Breiten ausgebildet werden, ist die Ätzrate bei der Tieftrockenätzung entsprechend der Ätzbreite unterschiedlich, so daß die Ätzung an einem Ort mit großer Ätzbreite schneller fortschreitet als an einem Ort mit kleiner Ätzbreite. An jenem Ort, an welchem das Durchgangsloch zuerst ausgebildet wird, wird daher die Grenze des Siliziumsubstrats 9 und des Glassubstrats 12 gegenüber der Ätzatmosphäre über einen langen Zeitraum freigelegt, bevor die anderen Durchgangslöcher ausgebildet werden.

In einem derartigen Fall lagern sich, wenn die elektrisch leitfähige Schutzschicht 17 nicht auf dem Stufenunterschiedsteil 16 des Siliziumsubstrats 9 vorgesehen ist, die elektrischen Ladungen auf der Grenze des Glassubstrats 12 und des Siliziumsubstrats 9 ab, infolge der Isoliereigenschaften des Glassubstrats 12, was zu einer elektrostatischen Konzentration führt, die wiederum hervorruft, daß die Bahn der in Vertikalrichtung ankommenden aktivierten Ionenart abgelenkt wird. Während jener Zeit, in welcher die gekuppelte Grenze der Ätzatmosphäre ausgesetzt ist, geht daher die Ätzung auf der gekuppelten Grenze weiter.

Wenn jedoch die elektrisch leitfähige Schutzschicht 17 mit einer Wärmeleitfähigkeit von mehr als 42 W/mK auf dem Stufenunterschiedsteil 16 des Siliziumsubstrats 9 vorgesehen ist, strahlt das Siliziumsubstrat 9 wirksam Wärme

der lokale Temperaturanstieg in dem Siliziumsubstrat 9 begrenzt wird. Da die elektrischen Ladungen durch die elektrisch leitfähige Schutzschicht 17 entweichen können, wird auch verhindert, daß das Glassubstrat 12 aufgeladen wird.

Dies verhindert das Fortschreiten der Ätzung auf der Seitenwand und an der Grenze des Siliziumsubstrats 9 und des Glassubstrates 12, wodurch ein hohes Streckungsverhältnis und eine Ausbildung des Durchgangsloches 9d sichergestellt wird, welche exakt das Muster der Ätzmaske 10 (Nr. 1) wiedergibt.

Bei diesem Verfahren wird das Durchgangsloch 9d mit hohem Streckungsverhältnis auf dem Siliziumsubstrat 9 ausgebildet, bevor selektiv die elektrisch leitfähige Schutzschicht 17 mit Hilfe einer Trocken- oder Naßätzung entfernt wird, um das Gerät fertigzustellen, wie dies in Fig. 9 gezeigt ist.

Auf diese Weise wurde durch die voranstehend geschilderte Ausführungsform 1 verdeutlicht, daß ein tiefes Durchgangsloch 9d mit hohem Streckungsverhältnis auf dem Siliziumsubstrat 9 ausgebildet werden kann, welches ein Stufenunterschiedsteil 16 an der Rückseite aufweist, und mit dem Isoliersubstrat mit niedriger Wärmeleitfähigkeit, beispielsweise einem Glassubstrat, an der rückwärtigen Oberfläche gekuppelt ist, so daß ein Gerät mit einem derartig gekuppelten Aufbau wirksam hergestellt werden kann.

Die Geräte, die unter Verwendung dieses Verfahrens hergestellt werden, können Mikrosensoren oder Betätigungsglieder sein, welche bewegliche Siliziumteile aufweisen, beispielsweise ein Drucksensor, ein Beschleunigungssensor, ein Winkelsensor, ein Mikroskop, und dergleichen. Daher gemäß der vorliegenden Erfindung ein tiefes Durchgangsloch mit hohem Streckungsverhältnis ausgebildet werden kann, können alle Geräte mit hoher Genauigkeit hergestellt werden.

Wie voranstehend geschildert kann gemäß der vorliegenden Erfindung der Temperaturanstieg des ersten Substrats zum Zeitpunkt der Ätzung eingeschränkt werden, da das Herstellungsverfahren den Vorgang der Ausbildung einer Schutzschicht mit hoher Wärmeleitfähigkeit auf der Oberfläche des Stufenunterschiedsteils des ersten Substrats aufweist, welches an seiner Rückseite das Stufenunterschiedsteil aufweist, den Vorgang der Ausbildung eines Verbindungsteils durch Kupplung des zweiten Substrats mit niedriger Wärmeleitfähigkeit an die Rückseite des ersten Substrats, den Vorgang der abwechselnden Durchführung der Ausbildung eines hochmolekularen Films und der Ätzung mit der aktivierten Ionensorte, die in dem Plasma erzeugt wird, auf dem Verbindungsteil durch Anbringung des Verbindungsteils auf dem Substrathalter, der eine Kühlfunktion aufweist, und ein elektrisch negatives Potential in Bezug auf das Plasmapotential aufweist, sowie den Vorgang der Entfernung der Schutzschicht. Daher wird die Seitenätzung durch den hochmolekularen Film im wesentlichen verhindert, was eine Ätzung mit hoher Anisotropie sicherstellt.

Weiterhin wird gemäß der vorliegenden Erfindung bei dem zweiten Substrat verhindert, daß es zum Zeitpunkt der Ätzung elektrisch aufgeladen wird, da das Herstellungsverfahren den Vorgang der Ausbildung einer elektrisch leitfähigen Schutzschicht auf der Oberfläche des Stufenunterschiedsteils des ersten Substrats aufweist, welches an der Rückseite mit dem Stufenunterschiedsteil versehen ist, den Vorgang der Ausbildung eines Verbindungsteils durch Kupplung eines isolierenden zweiten Substrats an die rückwärtige Oberfläche des ersten Substrats, den Vorgang der abwechselnden Durchführung der Ausbildung eines hochmolekularen Films und der Ätzung mit der aktivierten Ionensorte, die in dem Plasma erzeugt wird, auf dem Verbindungs-

Substrathalter, der eine Kühlfunktion aufweist, und ein elektrisch negatives Potential in Bezug auf das Plasmapotential aufweist, sowie den Vorgang der Entfernung der elektrisch leitfähigen Schutzschicht. Hierdurch wird eine Ätzung an der Grenze zwischen dem ersten und zweiten Substrat verhindert, was eine Ätzung mit hoher Anisotropie sicherstellt. 5

Da gemäß der vorliegenden Erfindung die Schutzschicht eine elektrisch leitfähige Schutzschicht mit hoher Wärmeleitfähigkeit ist, verhindert sie den Temperaturanstieg des ersten Substrats und die Aufladung des zweiten Substrats zum Zeitpunkt der Ätzung. Daher wird eine Seitenätzung durch den hochmolekularen Film im wesentlichen verhindert, und wird eine Ätzung an der Grenze zwischen dem ersten und zweiten Substrat verhindert, wodurch eine Ätzung mit hoher Anisotropie sichergestellt wird. 15

#### Patentansprüche

1. Verfahren zur Herstellung eines Geräts mit folgenden Schritten: 20

Ausbildung einer Schutzschicht mit hoher Wärmeleitfähigkeit auf der Oberfläche eines Stufenunterschiedsteils eines ersten Substrats, welches an seiner Rückseite einen Stufenunterschied aufweist;

Bereitstellung eines Verbindungsteils durch Verbindung eines zweiten Substrats mit niedriger Wärmeleitfähigkeit auf der rückwärtigen Oberfläche des ersten Substrats; 25

Anordnung des Verbindungsteils auf einem Substrathalter, der eine Kühlfunktion aufweist, und in Bezug auf ein Plasmapotential ein negatives Potential aufweist, um abwechselnd die Ausbildung eines Films mit hohem Molekulargewicht und die Ätzung mit einer aktivierten Ionensorte durchzuführen, die in dem Plasma erzeugt wird, auf dem Verbindungsteil; und 35

Entfernung der Schutzschicht.

2. Verfahren zur Herstellung eines Geräts mit folgenden Schritten:

Ausbildung einer elektrisch leitfähigen Schutzschicht auf der Oberfläche eines Stufenunterschiedsteils eines ersten Substrats, welches auf seiner Rückseite einen Stufenunterschied aufweist; 40

Bereitstellung eines Verbindungsteils durch Verbindung eines isolierenden zweiten Substrats mit der rückwärtigen Oberfläche des ersten Substrats; 45

Anordnung des Verbindungsteils auf einem Substrathalter, der eine Kühlfunktion aufweist, sowie ein negatives Potential in Bezug auf das Plasmapotential, um abwechselnd die Ausbildung eines Films mit hohem Molekulargewicht und eine Ätzung mit einer aktivierten Ionensorte durchzuführen, die in dem Plasma erzeugt wird, auf dem Verbindungsteil; und 50

Entfernung der elektrisch leitfähigen Schutzschicht.

3. Verfahren zur Herstellung eines Geräts nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Schutzschicht eine elektrisch leitfähige Schutzschicht mit hoher Wärmeleitfähigkeit ist. 55

---

Hierzu 7 Seite(n) Zeichnungen

---

60

FIG. 1

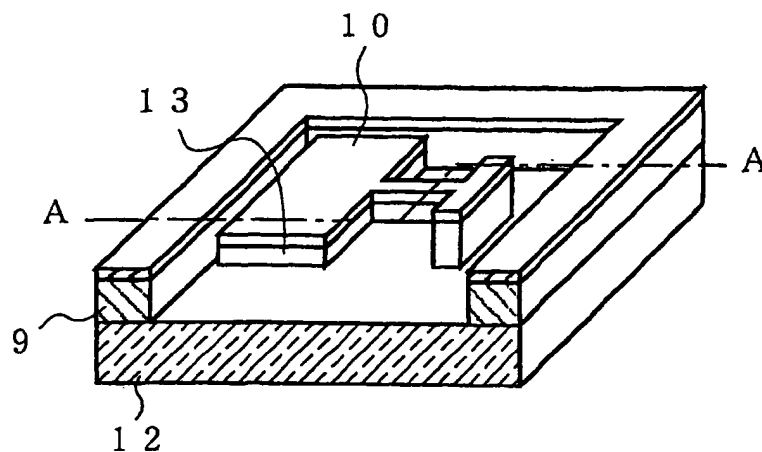


FIG. 2

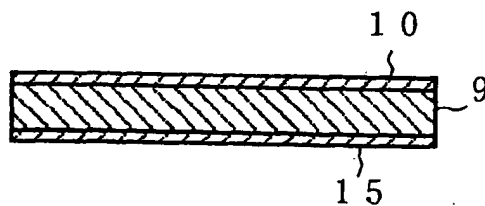


FIG. 3

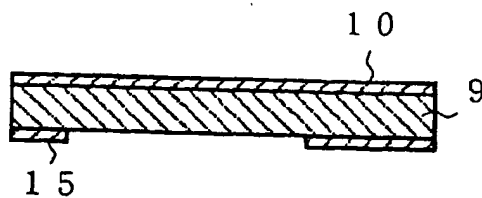




FIG. 4

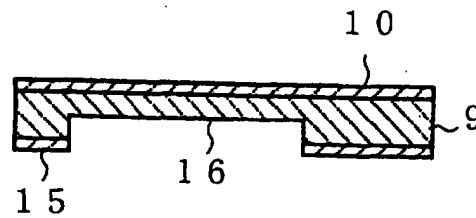


FIG. 5

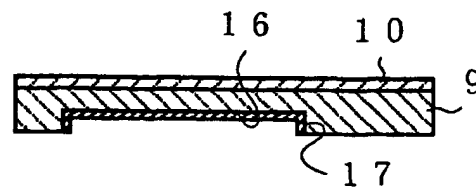


FIG. 6

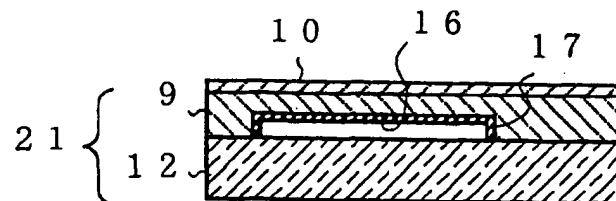


FIG. 7

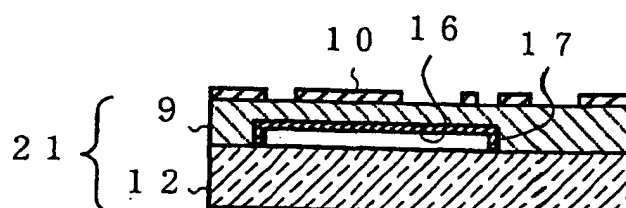
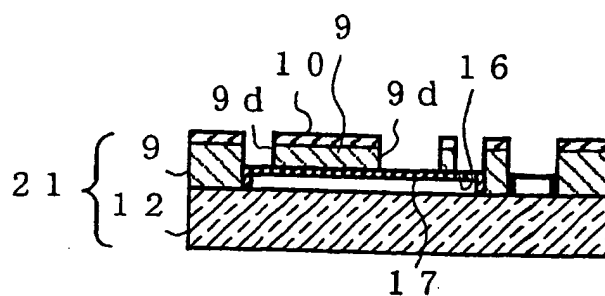


FIG. 8

(a)



(b)

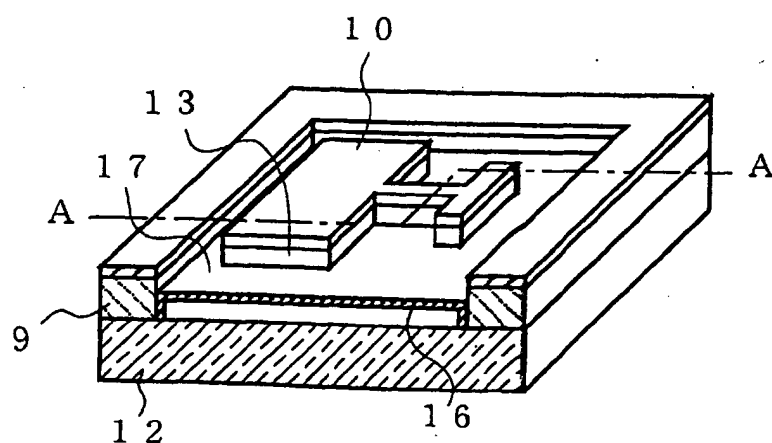


FIG. 9

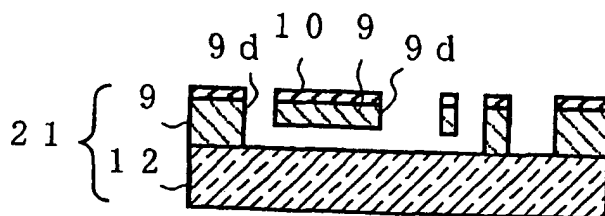


FIG. 10

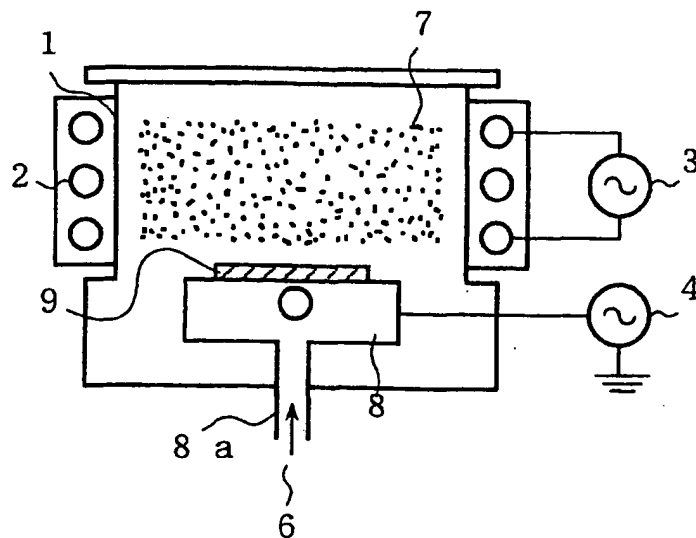


FIG. 11

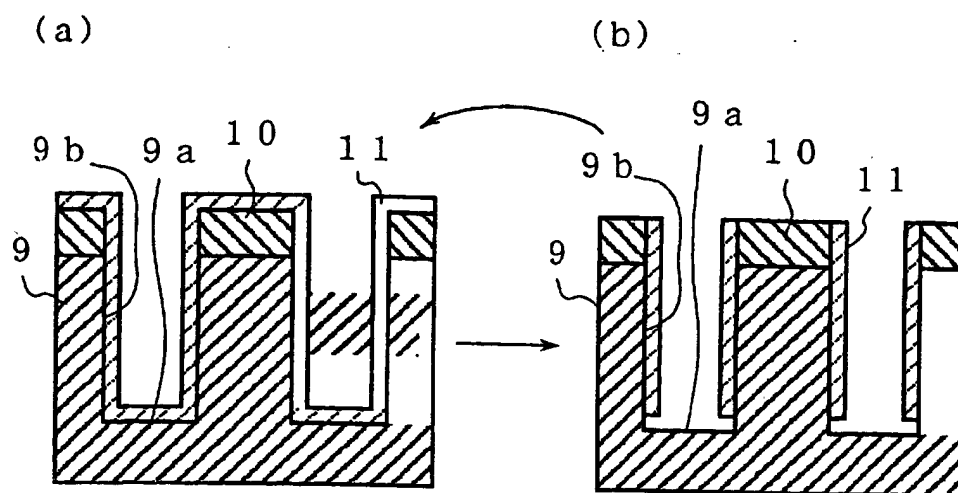


FIG. 12

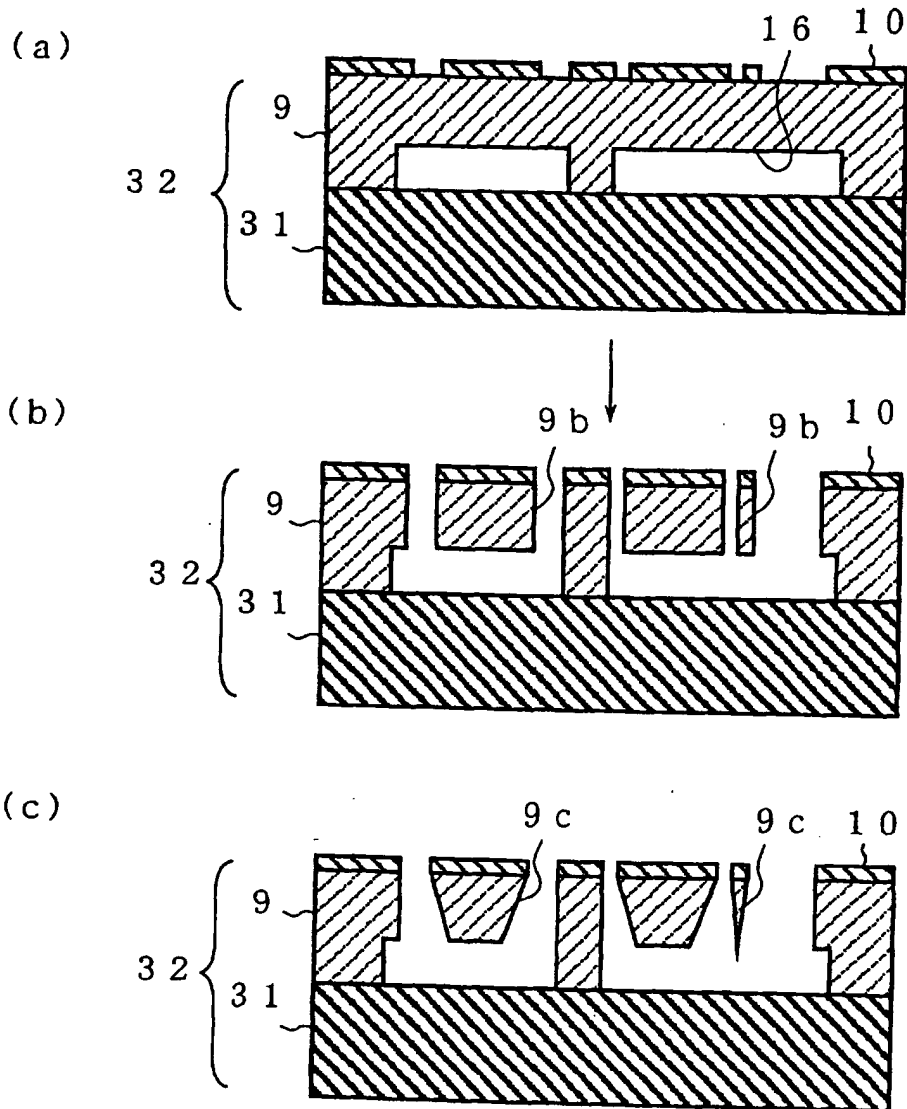


FIG. 13

